

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09023501 A**

(43) Date of publication of application: **21.01.97**

(51) Int. Cl.

**B60L 3/00**  
**H02P 5/41**

(21) Application number: **07167417**

(22) Date of filing: **03.07.95**

(71) Applicant: **HITACHI LTD HITACHI AUTOMOT  
ENG CO LTD**

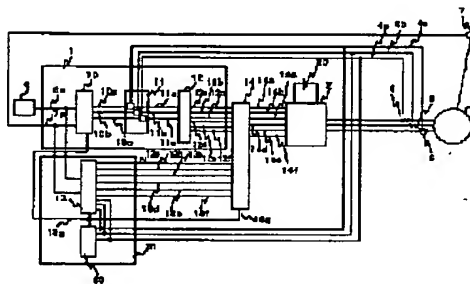
(72) Inventor: **YOSHIHARA SHIGEYUKI  
KATADA HIROSHI**

(54) **CONTROLLER FOR ELECTRIC ROLLING STOCK** COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to control with a high corresponding reliability by providing sensor anomaly judging means and sensor specifying means, performing motor drive control corresponding to the normal time and abnormal time of the sensor, and specifying whether a trouble is at a current sensor or not.

**SOLUTION:** A sensor specifying means comprises a trouble diagnosing circuit 13 including diagnosing signal output means and trouble sensor identifying means and a switching circuit 14. Also, a sensor anomaly judging means is a current sensor anomaly detecting circuit 30. By this configuration, if the current sensor anomaly detecting circuit 30 detects a certain anomaly, it is separated from a motor control circuit 1 as a main control means, and a diagnosing current is supplied from a sensor specifying means established separately to a three-phase motor 3. Using this diagnosing current as reference for judgment, a current sensor or another circuit, which is now being troubled, can be specified or distinguished.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 2 3 5 0 1

(43) 公開日 平成9年(1997)1月21日

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L 3/00			B 6 0 L 3/00	N
H 0 2 P 5/41	3 0 2		H 0 2 P 5/41	3 0 2 L

審査請求 未請求 請求項の数 7

OL

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願平7-167417

(22) 出願日 平成7年(1995)7月3日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(74) 上記 1 名の代理人 弁理士 高田 幸彦

(71) 出願人 000232989

株式会社日立カーエンジニアリング

茨城県ひたちなか市高場2477番地

(74) 上記 1 名の代理人 弁理士 小川 勝男 (外1名)

(72) 発明者 吉原 道之

茨城県ひたちなか市大字高場字鹿島谷津2

477番地3日立オートモティブエンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

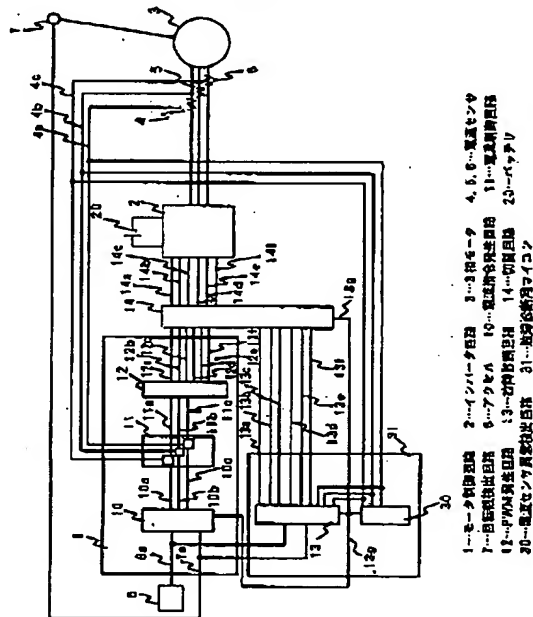
(54) 【発明の名称】 電気車制御装置

(57) 【要約】

【目的】 電流センサの故障か否かを特定し、それに対応した信頼性の高い制御が行える電気車制御装置を提供する。

【構成】 PWM信号に基づいて3相モータ3へ電流を供給するインバータ回路2と、モータに流れる電流を検出する3個の電流センサ4, 5, 6と、モータ回転数を検出する回転数検出回路7と、電流指令発生回路10と電流制御回路11とPWM信号を出力するPWM発生回路12とから成ってモータ駆動制御を実行するモータ制御回路1と、検出電流の演算値が所定値を満足するかを判定し、異常信号を出力するセンサ異常判定手段30と、異常信号に基づいて3相モータへ診断電流を供給し、該診断電流による検出診断電流に基づいて電流センサの正常または異常を特定するセンサ特定手段13, 14とを備えセンサ正常時ならびに異常時に対応したモータ駆動制御を実行する電気車制御装置。

図 1



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 PWM信号に基づいて3相モータへ電流を供給するインバータ回路と、前記3相モータの各相に流れる前記電流を検出する3個の電流センサと、前記3相モータのモータ回転数を検出する回転数検出回路と、前記回転数検出回路からの検出回転数に基づいて電流指令を発生する電流指令発生回路と該電流指令及び前記電流センサからの検出電流に基づきフィードバック制御を実行する電流制御回路と該電流制御回路の出力に基づいて前記PWM信号を出力するPWM発生回路とから成って前記3相モータの駆動制御を実行するモータ制御回路とを備えるものであって、

前記各電流センサからの前記検出電流の演算値が所定値を満足するかを判定し異常信号を出力するセンサ異常判定手段と、

前記異常信号に基づいて前記3相モータへ診断電流を供給し、該診断電流を検出した前記電流センサの検出診断電流に基づいて、前記電流センサの正常または異常を特定するセンサ特定手段とを設け、

センサ正常時ならびに異常時に対応したモータ駆動制御を実行し、電気車を運転制御することを特徴とする電気車制御装置。

【請求項2】 請求項1において、前記センサ特定手段は、

前記3相モータへ前記診断電流を供給するための診断PWM信号を前記インバータ回路へ出力する診断信号出力手段と、

該診断PWM信号を前記PWM信号に代えて前記インバータ回路へ送るよう切り替える信号切替手段と、

前記診断電流が流れて前記電流センサが検出した各々の検出診断電流値を予め設定されている基準電流値と比較し、3個の前記電流センサのうちどの電流センサが正常か異常かを識別する故障センサ識別手段とを有することを特徴とする電気車制御装置。

【請求項3】 請求項2において、前記診断信号出力手段は、前記回転数検出回路から検出回転数を入力し前記モータ回転数が所定回転数以上かを判定し、前記3相モータの回転数と同期した同期周波数を有する前記診断電流が供給されるよう、前記診断PWM信号を出力することを特徴とする電気車制御装置。

【請求項4】 請求項2において、前記診断信号出力手段は、前記回転数検出回路から検出回転数を入力し前記モータ回転数が所定回転数未満かを判定し、前記3相モータの回転数と同期した同期周波数に比べ、少なくとも4倍以上の周波数を有する前記診断電流が供給されるよう、前記診断PWM信号を出力することを特徴とする電気車制御装置。

【請求項5】 請求項2において、前記診断信号出力手段は、前記3相モータの駆動制御を実行する前記モータ制御回路と同等機能を備える補助モータ制御手段を有し、

前記故障センサ識別手段は、3個の前記電流センサのうち1個の前記電流センサのみを故障センサと識別し、該故障センサを除く残りの2個の前記電流センサを用いたモータ駆動制御を前記補助モータ制御手段に実行させ、電気車の運転制御を続行させる続行制御手段を有することを特徴とする電気車制御装置。

【請求項6】 請求項2において、前記診断信号出力手段は、前記3相モータの駆動制御を実行する前記モータ制御回路と同等機能を備える補助モータ制御手段を有し、前記故障センサ識別手段は、3個の前記電流センサのうち3個共に正常と識別し、前記モータ制御回路に代わり前記補助モータ制御手段にモータ駆動制御を実行させる代替制御手段を有することを特徴とする電気車制御装置。

【請求項7】 請求項2において、前記故障センサ識別手段は、前記診断電流が流れ3個の前記電流センサで検出された電流波形のプラス側ピーク値及びマイナス側ピーク値を前記基準電流値として設定することを特徴とする電気車制御装置。

**【発明の詳細な説明】**

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電気車制御装置に係り、特に、高度の信頼性が要求される電気自動車に好適な電気車制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の電気車制御装置は、特開平4-45078号公報に記載されているように、3個の電流センサの中から異常センサを検出する方式について述べられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術は、電流センサの異常検出の方式を、3個の電流センサの出力のいずれかが所定の時間零となるか否かを検知することにより行っているが、電流センサ故障検出回路は、電流制御回路を動作させたまま、電流センサの出力をチェックして異常検出を行うため、電流制御回路が異常の場合などは、正しく異常な電流センサを特定することができないという問題がある。

【0004】 従って、本発明の目的は、故障は電流センサか否かを特定し、それに対応した信頼性の高い制御が行える電気車制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記の目的は、PWM信号に基づいて3相モータへ電流を供給するインバータ回路と、前記3相モータの各相に流れる前記電流を検出する3個の電流センサと前記3相モータのモータ回転数を検出する回転数検出回路と、前記回転数検出回路からの検出回転数に基づいて電流指令を発生する電流指令発生回路と該電流指令及び前記電流センサからの検出電流に基づきフィードバック制御を実行する電流制御回路と該

電流制御回路の出力に基づいて前記PWM信号を出力するPWM発生回路とから成って前記3相モータの駆動制御を実行するモータ制御回路とを備えるものであって、前記各電流センサからの前記検出電流の演算値が所定値を満足するかを判定し異常信号を出力するセンサ異常判定手段と、前記異常信号に基づいて前記3相モータへ診断電流を供給し、該診断電流を検出した前記電流センサの検出診断電流に基づいて、前記電流センサの正常または異常を特定するセンサ特定手段とを設け、センサ正常時ならびに異常時に対応したモータ駆動制御を実行し、電気車を運転制御する電気車制御装置によって達成される。

【0006】換言すれば、上記構成によれば、センサ異常判定手段が何らかの異常を検出したら、主制御手段であるモータ制御回路とは切離して、別設定のセンサ特定手段から診断電流を3相モータへ供給し、該診断電流を判定の基準として故障しているのは電流センサか他の回路かを特定する。これによって、残りの故障していない電流センサでモータ駆動制御を続行する、あるいは他の回路の代替制御をセンサ特定手段が実行するなどが可能となり、高信頼性のモータ駆動制御が行える。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明による実施の形態について、図面に示す実施例を参照しながら説明する。図1は、本発明による一実施例の電気車制御装置を示す構成図である。図において電気車制御装置は、3相モータ3を駆動制御するモータ制御回路1と、3相モータ3（以下、モータと略称する）へ電力、即ち電流を供給するインバータ回路2と、モータの各相に流れる電流を検出する3個の電流センサ4、5、6と、モータ回転数を検出する回転数検出回路7と、センサ正常時ならびに異常時に対応したモータ駆動制御を実行する手段としてのセンサ特定手段及びセンサ異常判定手段と、から構成される。なお、8はアクセル、20はバッテリーである。

【0008】モータ制御回路1は、マイクロコンピュータ（以下、マイコンと略称する）を備え、電流指令発生回路10と電流制御回路11とPWM発生回路12とを含み構成される。そして、故障診断用マイコン31は、上記の電流指令発生回路、電流制御回路、PWM発生回路の機能を兼備している故障診断回路13と電流センサ異常検出回路30とから構成される。また、切替回路14は、電流制御回路11の出力に基づいてPWM発生回路12が出力するPWM信号と、故障診断回路13が出力する診断PWM信号との、どちらか一方を選択する信号切替手段である。従って、本実施例においては、センサ特定手段は、診断信号出力手段及び故障センサ識別手段を含む故障診断回路13と、切替回路14とから構成される。また、センサ異常判定手段は、電流センサ異常検出回路30である。

【0009】電流指令発生回路10は、アクセル開度信

号8a及び回転数検出信号7aを入力し、電流制御回路11に電流指令10a、10b、10cを出力する。このとき、電流センサ異常を伝送する故障診断回路13からの異常信号13gも電流指令発生回路10に入力されている。電流制御回路11は、3つの電流指令とフィードバックした電流センサの検出電流（または、検出電流値）4a、4b、4cを得て、電圧指令11a、11b、11cをPWM発生回路12に出力する。PWM発生回路12は、3つの電圧指令に基づいて3相のPWM信号12a、12b、12c、12d、12e、12fを、切替回路14を介してインバータ回路2へ出力する。

【0010】一方、故障診断用マイコン31の故障診断回路13は、3相モータ3へ診断電流を供給するための診断PWM信号13a、13b、13c、13d、13e、13fを出力する。そしてまた、補助モータ制御手段としての故障診断回路13は、電流指令発生回路10などと同機能等を備え、アクセル開度信号8a及び回転数検出信号7a、そして検出電流4a、4b、4cを入力し、後述するPWM信号33a、33b、33c、33d、33e、33fを出力し、3相モータ3の駆動制御を実行する。電流センサ異常検出回路30は、3個の電流センサの異常検出を行っており、電流センサが正常と判定したときは0、異常と判定したときは1となる異常信号13gを出力する。

【0011】図2は、図1の切替回路の一実施例を示す図である。図により切替回路14を説明する。図示のPWM信号12a～12fはAND回路141～146の一方の入力端子に接続され、他方の入力端子には異常信号13g（0または1の反転信号）が接続されている。また診断PWM信号13a～13fは、AND回路151～156の一方の入力端子に接続され、他方の入力端子には異常信号13gが接続されている。そして、AND回路141～146の出力と、AND回路151～156の出力とは、OR回路161～166に接続され、そのOR回路の出力が最終的なPWM信号14a、14b、14c、14d、14e、14fとなる。したがって、異常信号13gが正常を示す出力0であれば、PWM信号12a～12fがそのままPWM信号14a～14fとなり、異常信号13gが異常を示す出力1であれば、診断PWM信号13a～13f（または、PWM信号33a～33f）がそのままPWM信号14a～14fとなる。すなわち、異常信号13gによりPWM信号と診断PWM信号とが選択され切り替えられて出力される。

【0012】以上により、最終的なPWM信号14a、14b、14c、14d、14e、14fがインバータ回路2へ出力される。

【0013】図3は、図1の電流指令発生回路のフローチャートである。マイクロコンピュータの一部としての電流指令発生回路10の制御プログラムは、まず、Step

5

1で、故障診断用マイコン31からの異常信号を読み込み入力する。Step2で、異常信号13gをチェックし、電流センサが正常であれば通常のモータ駆動制御が行われる。即ち、アクセル開度を検出し、さらにトルク指令を演算し、次に、モータ回転数を検出してベクトル演算を行って電流指令10a、10b、10cを出力する。以上のStep1～Step7までは、電流指令出力処理である。一方、電流センサが異常であればモータ駆動制御は行わず、1次電流指令10a、10b、10cの出力を停止する。これらのStep1、2、8の出力停止処理は、一定の周期で動作しており、この周期は、電流指令出力処理のStep3～Step7までの周期に対して十分に速いものとしている。

【0014】次に、故障診断用マイコン31の動作について図4～図7により説明する。図4は、図1の故障診断用マイコンの基本フローチャートである。制御プログラムは、まず、Step1～Step2で電流センサの異常判定処理が行われ、電流センサが正常であれば、13g=0なる信号が出力され、この異常判定処理が繰り返される。Step2で電流センサが異常であれば13g=1なる異常信号が出力され、Step3で故障センサ識別処理が行われる。そして必要に応じて、Step3でモータ駆動制御続行処理が行われる。これらの処理の詳細は後述する。また、これらのStep1～Step4の処理動作は、電流指令発生回路10の出力停止処理動作あるいは上記の繰り返し異常判定処理動作と同様に、ある一定の周期で動作しており、これらの周期は前述の電流指令出力処理の周期に対して十分に速いものとしている。ただし、後述する故障診断用マイコン31がモータ駆動制御を代替する場合は除くものである。

【0015】図5は、図4の電流センサ異常判定処理のフローチャートである。図に示すように、電流センサ異常判定処理は、まず、Step1で3個の電流センサからの検出電流を読み込み入力する。Step2で3個の検出電流値に基づいて、例えば、 $I_{total} = I_a + I_b + I_c$ からなる式で演算を行い、Step3で、その演算値 $I_{total}$ が所定値 $I_{ref}$ を満足するかどうか判定される。従来の電流センサ異常判定処理の場合は、所定値を $I_{ref} = 0$ としている。この従来方法でも可である。しかし、本実施例では、新しい判定方法を採用し、瞬時的な外乱による誤判定などを回避し、判定確度の向上を図っている。

【0016】すなわち、Step4、Step5、Step6からなる計数手段を追加し、合計値 $I_{total}$ が所定値 $I_{ref}$ を満足する判定回数をカウントし、所定の判定回数に達したか否かが判定される。そして、合計値 $I_{total}$ が所定値 $I_{ref}$ を満足する回数が、所定判定回数Nを越えたときに異常と判定し、異常信号13gを出力する。そして、Step7で正常と判定したときは13g=0、または、Step8で異常と判定したときは13g=1となる異常信号13gを出力する。13g=1の異常信号が出力された

6

ときが、3個の電流センサのうち、いずれかの電流センサが異常であると判定されたときである。従って、本実施例のセンサ異常判定手段は、Step1、Step2、Step3、Step7及びStep8、またはStep1～Step8に相当する。

【0017】ここで、電流センサの異常判定に関し、図8～図11を参照し補足説明する。図8は、電流制御回路の説明図である。オペアンプを使用した電流制御回路11の一般的な回路である。図9は、電流センサの出力特性の説明図である。電流センサ4、5、6の基本的な特性図で、検出電流 $I_o$ と出力電圧 $V_o$ の関係を示すものである。電流センサの検出値には当然限界値があり、その限界値を越えると出力が飽和する特性をもっている。

【0018】この電流制御回路の動作を説明する。図8において、オペアンプはその+端子を抵抗204を介してGNDに接続しているため反転の加算器として動作するので、入力電圧 $V_1$ と $V_0$ を加算した値に抵抗201、202、203で決まる増幅率を乗じた値を反転した値が出力する。

【0019】スイッチ212を閉じて電源211から電流指令値に相当する正の電圧 $V_i$ をオペアンプ208に入力すると、最初は電流 $I_o$ はゼロであるので $V_o$ 電圧もゼロとなりオペアンプの出力は負の値となるので、トランジスタ207がオンする。その結果電流 $I_o$ が増えると電流センサの出力 $V_s$ が増え、 $V_1$ と $V_s$ の加算値が負の値となればオペアンプの出力は正の値となりトランジスタをオフするように動作する。以上の動作を連続的に動作して $V_o$ が $V_i$ と等しくなるように電流制御を行う。

【0020】ところで、例えば、抵抗202が断線故障するなどの電流制御回路の故障が起きると、電流センサの出力 $V_o$ が入力されないでオペアンプの出力は負の最大値となり、トランジスタ207は常時オン状態になるので、電流値 $I_o$ は大きな値となり電流センサの検出限界を越えてその出力は飽和してしまう。以上から、電流制御回路が故障すると、たとえ電流センサが正常であっても電流センサの出力は実際の電流値と異なる値を示すことが判る。

【0021】次に、判定原理について説明する。図10は、3相モータの電気回路の説明図である。3相モータの電気回路において、3相に流れる電流を $I_U$ 、 $I_V$ 、 $I_W$ とすると、キルヒホッフの法則により $I_U + I_V + I_W = 0$ である。電流センサはこの $I_U$ 、 $I_V$ 、 $I_W$ を検出できる位置に設置されるため、各電流センサの出力の合計値も0となる。従って、どれかひとつの電流センサの出力特性が異常となれば、センサ出力の合計値が0でなくなり、どれかが異常と言える。しかしながら、この判定方法は上述の電流制御回路が正常であることが条件であり、電流制御回路が異常となって3相のうち1相でも電流センサを飽和させるほど大きな電流が流れた場

合は、3個の電流センサの出力の合計値が0にならず、正しく判定できない。また、3個のうちどの電流センサが異常か不明である。

【0022】図11は、電流制御回路異常時の電流センサ異常検出回路の動作を示す図である。予め、電流制御回路11からの1相の出力を異常にしてモータへ通電した時の、電流センサ4、5、6の出力とその出力の合計値を示す波形である。該異常の相の電流センサ出力は、検出限界を越えて飽和したために、その合計値が0とならなくなっていることが判る。以上の補足説明から、電

流制御回路が異常の場合は、正しく電流センサの異常を把握できないことが判る。

【0023】次に、電流センサの故障識別処理について、図6を参照し説明する。図6は、図4の故障センサ識別処理のフローチャートである。いずれかの電流センサが異常と判定されたときに、どの電流センサの異常かを特定するものである。まず、Step1で異常信号を入力しStep2で異常信号13gを判定する。そして、電流センサ異常と判定されたときは、Step2で異常信号13g=1が切替回路14に発信されて、故障診断回路13が発信している診断PWM信号により3相モータ3に診断電流を供給する状態となる。従って、Step1～Step2は信号切替手段に相当する。

【0024】次に、Step3～Step5で、モータ回転数が所定回転数未満であれば、同期周波数に対して充分高い運転周波数でモータ駆動制御し、モータ回転数が所定回転数以上であれば、同期周波数と同じ運転周波数でモータ駆動制御するよう診断PWM信号を出力する。このようにモータ回転数によって運転周波数を可変する理由は、たとえば運転者がアクセルを閉じて車両が停止中にセンサが故障した場合に同期周波数を有する直流電流で運転すると、モータに交流電流が流れなくなり、正しいセンサ異常判定ができないためである。つまり、電流センサがオフセットを持った状態で故障している場合は、誤判定の可能性があるのである。

【0025】そこで、車両が停止中と言うようなモータ回転数が所定回転数未満である場合は、充分高い周波数で運転することにより交流電流を発生させて、電流センサの識別を可能としている。この時、同期周波数から大きく外すことによって、すべりが大きくずれるために不要なトルク発生を極力抑えるようにしてある。また、走行中にセンサ異常が発生した場合に同期周波数で運転すれば、すべりが零となり不要なトルクが発生しない。これについて補足説明をすれば次の通りである。

【0026】図12は、3相モータのすべりと発生トルクの関係を説明する図である。すなわち、インバータがある運転周波数 $f$ で制御しているときのモータの発生トルクとすべりの関係を示す図である。「すべり値0」とは、モータ回転数がインバータの運転周波数と等しく同期しているということであり、「すべり値1」とはモータ

回転数がゼロを意味する。発生トルクは励磁電流、つまり電流指令 $I_o$ によって変化し、電流が小さいほどトルクも減少する。通常の運転ではすべりを、一般的な最大トルクの点のすべり値である $1/4$ 以下で制御して、トルクの発生を制御している。また一般的に、すべり値1の点では最大トルクの約30%になることが知られている。この特性からインバータの運転周波数をモータ回転数と同期させれば発生トルクはゼロになる。また、励磁電流を通常の約 $1/4$ 以下、かつすべり値を約 $1/4$ 以下に、換言すればインバータの運転周波数をモータ回転数の4倍以上の充分高い周波数で運転しても発生トルクは十分小さいことが判る。したがって、モータ回転数が所定回転数未満であれば、モータ回転数と同期した同期周波数に比較して少なくとも4倍以上の周波数を有する診断電流が供給されるよう、診断PWM信号を出力し運転するものである。

【0027】以上のStep3～Step5が、診断信号出力手段に相当し、この運転方式により電流センサが正常であれば、電流センサは必ず交流波形を検出する。従って、診断電流が流れて電流センサが検出した時の検出診断電流 $4a'$ 、 $4b'$ 、 $4c'$ の検出診断電流値(即ち、電流波形)を予め設定されている基準電流値(即ち、基準電流波形)と比較し、3個の電流センサのうちどの電流センサが故障しているかを特定することができる。

【0028】そして例えば、所定の診断電流に対する基準電流値を対応マトリクスとして予め設定記憶し、所定診断電流を流し検出した検出診断電流値を、該基準電流値と比較し特定する方法がある。または3つの検出診断電流 $4a'$ 、 $4b'$ 、 $4c'$ の検出時点における電流波形のプラス側ピーク値及びマイナス側ピーク値を記憶し、基準電流値として設定する。そして設定記憶した基準電流値同士を互いに比較し、他と大きく異なっている基準電流値を示す電流センサを識別し、該電流センサを異常と特定する方法もある

図6に戻り、本実施例は後者によるものであり、Step6～Step9が該当する。したがって、故障センサ識別手段は、Step6～Step9に相当する。

【0029】図13は、診断電流に基づくモータ電流波形を示す図である。故障診断回路13によって供給された診断電流が3相モータ3に流れたときのモータ電流波形が示されている。切替回路14が切り替えられ、インバータ回路2から3相モータ3へ診断電流である交流電流が供給されたときの、基準となる正しいモータ電流波形(基準電流波形)である。電流センサ4、5、6が正常であれば、所定の診断電流に対応した基準電流波形が検出される。すなわち、電流センサが正常であれば、検出診断電流値は、図示のようなプラス側ピーク値とマイナス側ピーク値とがほぼ等しい値を示す、即ち、基準電流値として検出される。

【0030】Step10～Step14は異常のある電流セン

サを識別した後のモータ駆動制御についての処理である。すなわち、センサ正常時ならびに異常時に対応したモータ駆動制御を実行し、電気車を運転制御する処理方法である。尚、Step 10～Step 14に相当する手段は、故障センサ識別手段に包含されるも、別設定するも可である。

【0031】Step 10では、電流センサを識別した結果から、全てのセンサが正常かをチェックする。全てのセンサが正常であれば、電流制御回路11が故障していると判断されるので、Step 11で、別途、モータ制御回路1に代わり補助モータ制御手段としての故障診断回路13にモータ駆動制御を実行させる。換言すれば、故障診断用マイコン31によってモータ制御回路1のマイコンを代替し、モータ駆動制御する代替制御処理が実行される。一般に、故障診断用マイコン31は容量は小さくバックアップ用マイコンであるので、緊急時の回避運転などのための代替制御(モータ駆動制御)とするのが望ましい。勿論、モータ制御回路1のマイコンと同等容量のバックアップ用マイコンを設け代替するも可である。従って、Step 10～Step 11は、代替制御手段に相当する。

【0032】Step 12では1つのセンサのみが異常かをチェックする。2つ以上のセンサが異常の場合は、Step 13で、別途、モータ駆動制御を停止する処理を実行する。1つのセンサのみが異常の場合は、Step 14で、モータ駆動制御続行処理を実行するものである。従って、Step 12とStep 14は、続行制御手段に相当する。以上の一連の故障センサ識別処理が一実施例のセンサ特定手段の動作である。

【0033】図7は、図4のモータ駆動制御続行処理のフローチャートである。モータ駆動制御続行処理は、上記の故障センサ識別処理で正常であると特定された2個の電流センサをフィードバック制御に用いてベクトル制御を行い、アクセル開度に応じたトルクを発生させて運転を続行するものである。即ち、図6で説明した続行制御手段であるStep 12とStep 14の一実施例を示している。

【0034】Step 1～Step 2で正常な電流センサ2個を選別し正確に特定する。Step 3でモータ駆動制御を続行させるためのマイコンを、故障診断用マイコン31(すなわち、補助モータ制御手段としての故障診断回路13)か、モータ制御回路1のマイコンを含む他のマイコンかを選択する。故障診断用マイコン31の場合はStep 4～Step 8で、「電流センサ2個による演算のフィードバック制御」を実行する。この場合に、補助モータ制御手段としての故障診断回路13が出力する信号は、本来のモータ駆動制御のためのPWM信号33a～33fである。なお、「電流センサ2個による演算のフィードバック制御」において、誤った演算が行われないよう、正しく2個の電流センサが特定されなければならない。また、演算式も3個の演算式とは区別されるものとな

る。

【0035】一方、他のマイコンに相当するモータ制御回路1のマイコンを利用する場合はStep 9で異常信号13g=0出力し、電流制御回路11に電流センサ2個によるフィードバック制御を実行させる。なお、Step 3、Step 9を省いても可である。上記した代替制御処理および電流センサ2個によるモータ駆動制御続行処理によって、従来の場合は電流制御回路あるいは電流センサが異常でモータ駆動制御不能、即ち電気車の運転制御不能となったものが、修理店までの徐行運転や緊急時の回避運転などが可能となり、信頼性の高い電気車が提供される。

#### 【0036】

【発明の効果】本発明によれば、故障しているのが電流センサか電流制御回路かが判るので、有効なる代替制御が行える。また、故障している電流センサが特定できるので、3個のうち2個の電流センサの検出電流値を用いて演算しモータ駆動制御の続行が行える。したがって、信頼性の高いモータ駆動制御と共に、電気車の続行運転が可能となる。特に、緊急時の回避運転等が行え、信頼性の高い電気車が提供される効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による一実施例の電気車制御装置を示す構成図である。

【図2】図1の切替回路の一実施例を示す図である。

【図3】図1の電流指令発生回路のフローチャートである。

【図4】図1の故障診断用マイコンの基本フローチャートである。

【図5】図4の電流センサ異常判定処理のフローチャートである。

【図6】図4の故障センサ識別処理のフローチャートである。

【図7】図4のモータ駆動制御続行処理のフローチャートである。

【図8】電流制御回路の説明図である。

【図9】電流センサの出力特性の説明図である。

【図10】3相モータの電気回路の説明図である。

【図11】電流制御回路異常時の電流センサ異常検出回路の動作を示す図である。

【図12】3相モータのすべりと発生トルクの関係を示す図である。

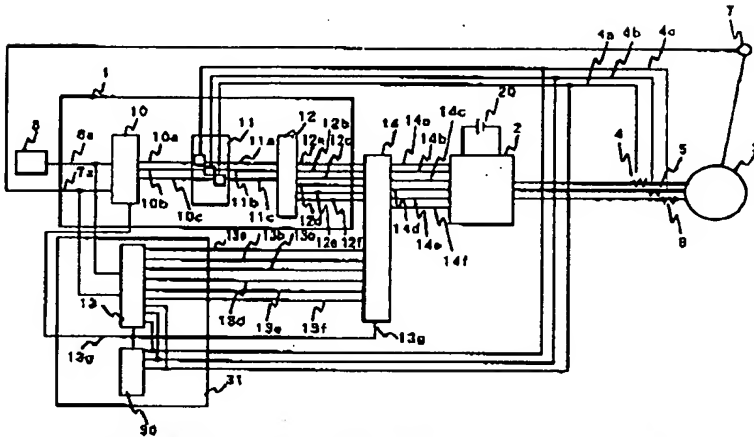
【図13】診断電流に基づくモータ電流波形を示す図である。

#### 【符号の説明】

1…モータ制御回路、2…インバータ回路、3…3相モータ、4、5、6…電流センサ、7…回転数検出回路、8…アクセル、10…電流指令発生回路、11…電流制御回路、12…PWM発生回路、13…故障診断回路、14…切替回路

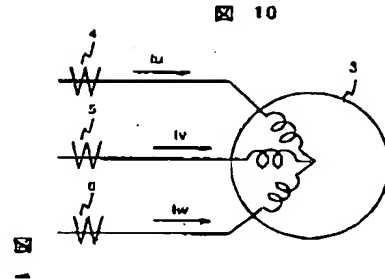
20…バッテリー、30…電流センサ異常検出回路、31…故障診断用マイコン

【図1】

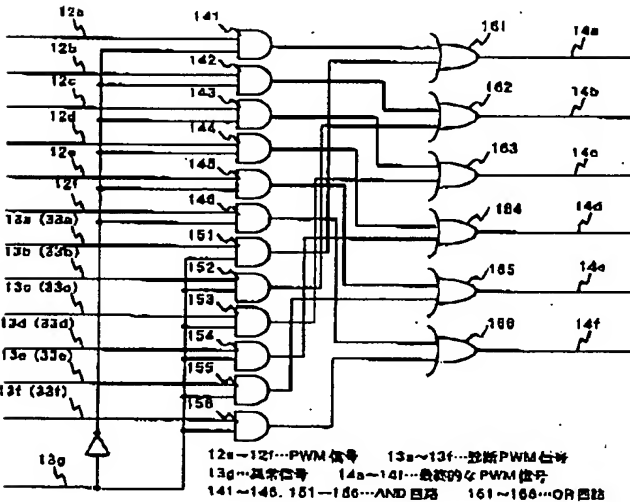


1…モータ制御回路 2…インバータ回路 3…3相モータ 4, 5, 6…電流センサ  
7…回転数検出回路 8…アクセル 10…電圧指令発生回路 11…電圧制御回路  
12…PWM発生回路 13…故障診断回路 14…切替回路 20…バッテリー  
30…電流センサ異常検出回路 31…故障診断用マイコン

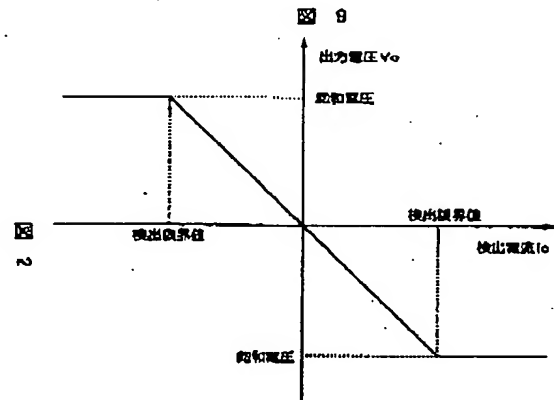
【図10】



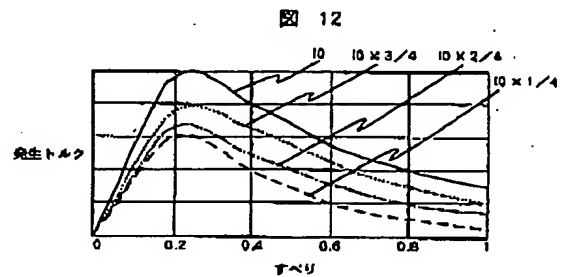
【図2】



【図9】



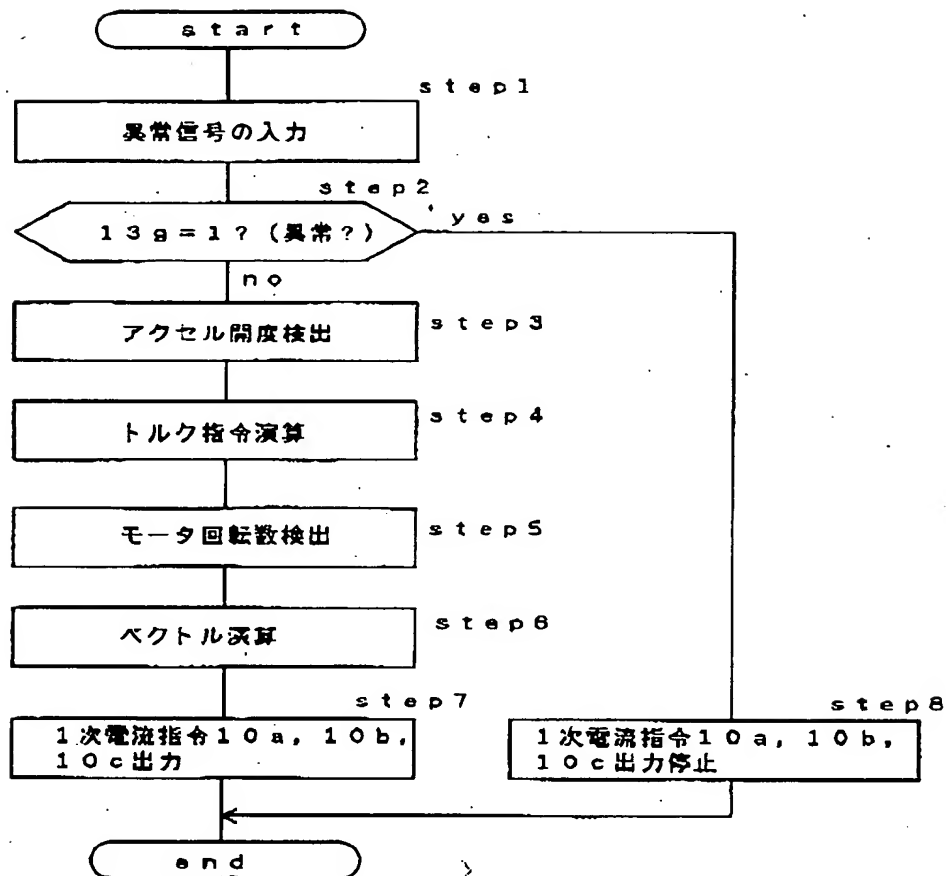
【図12】





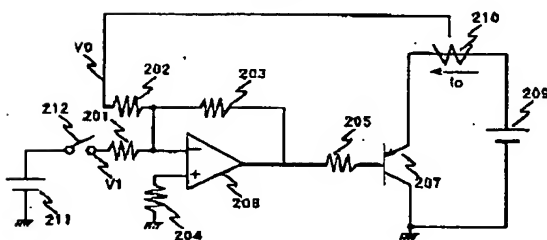
【図3】

図 3



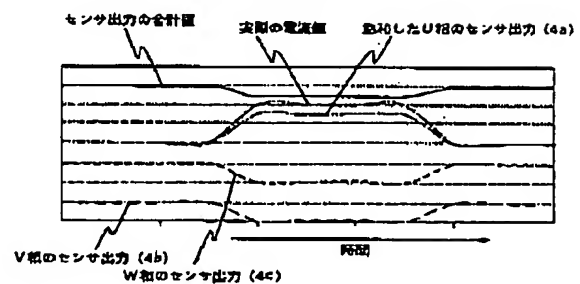
【図8】

図 8



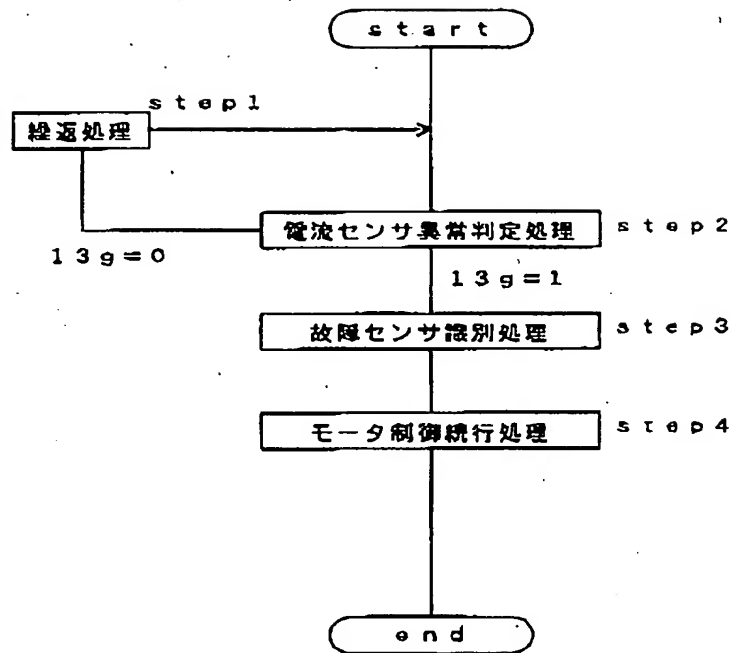
【図11】

図 11



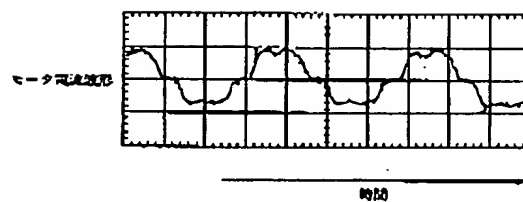
【図4】

図 4



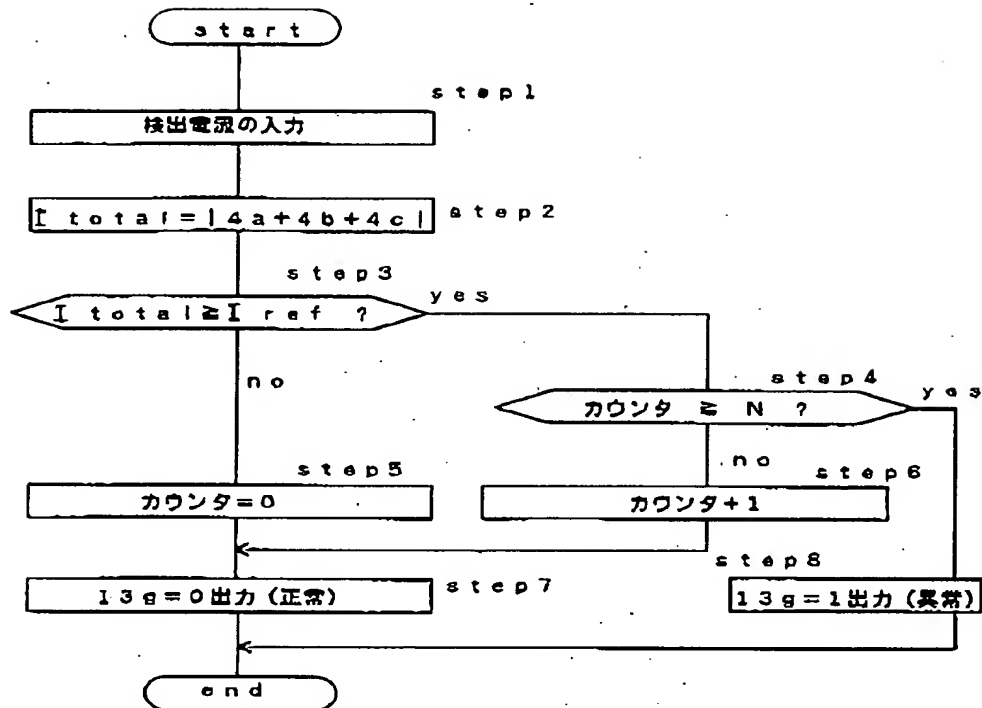
【図13】

図 13

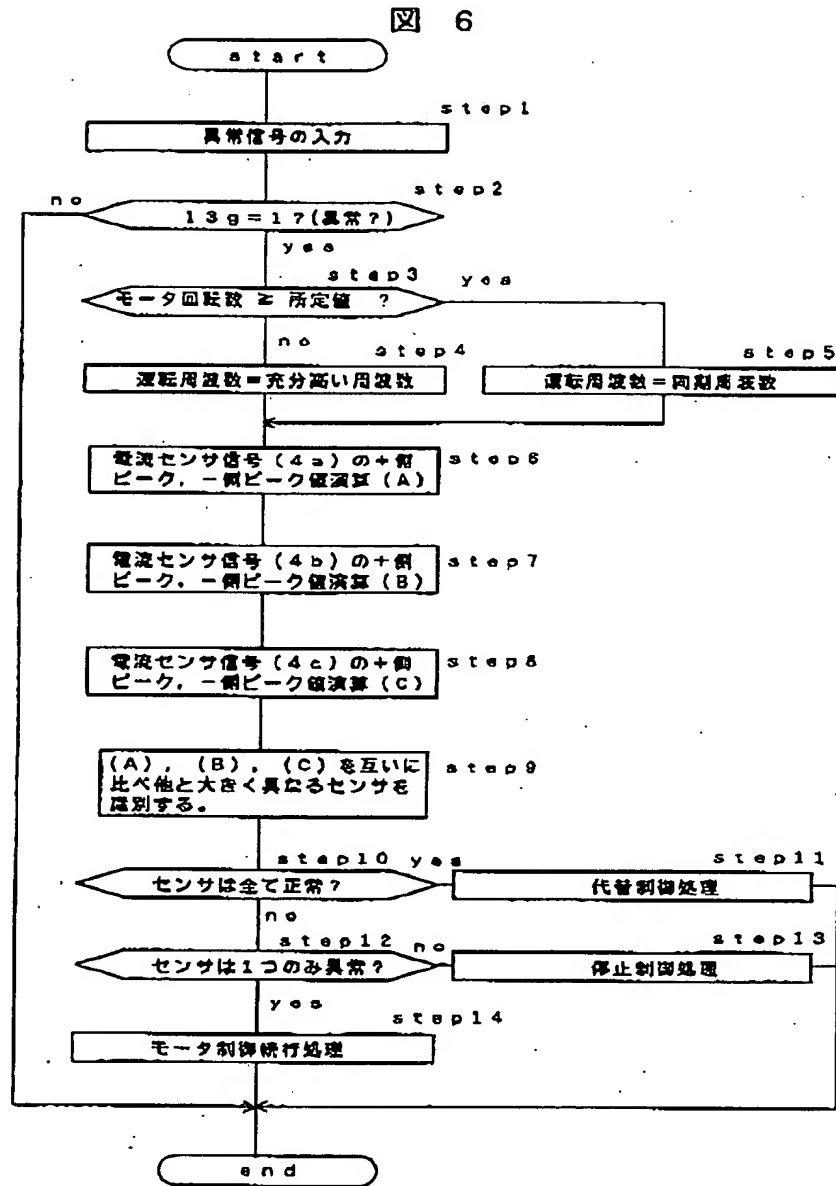


【図 5】

図 5

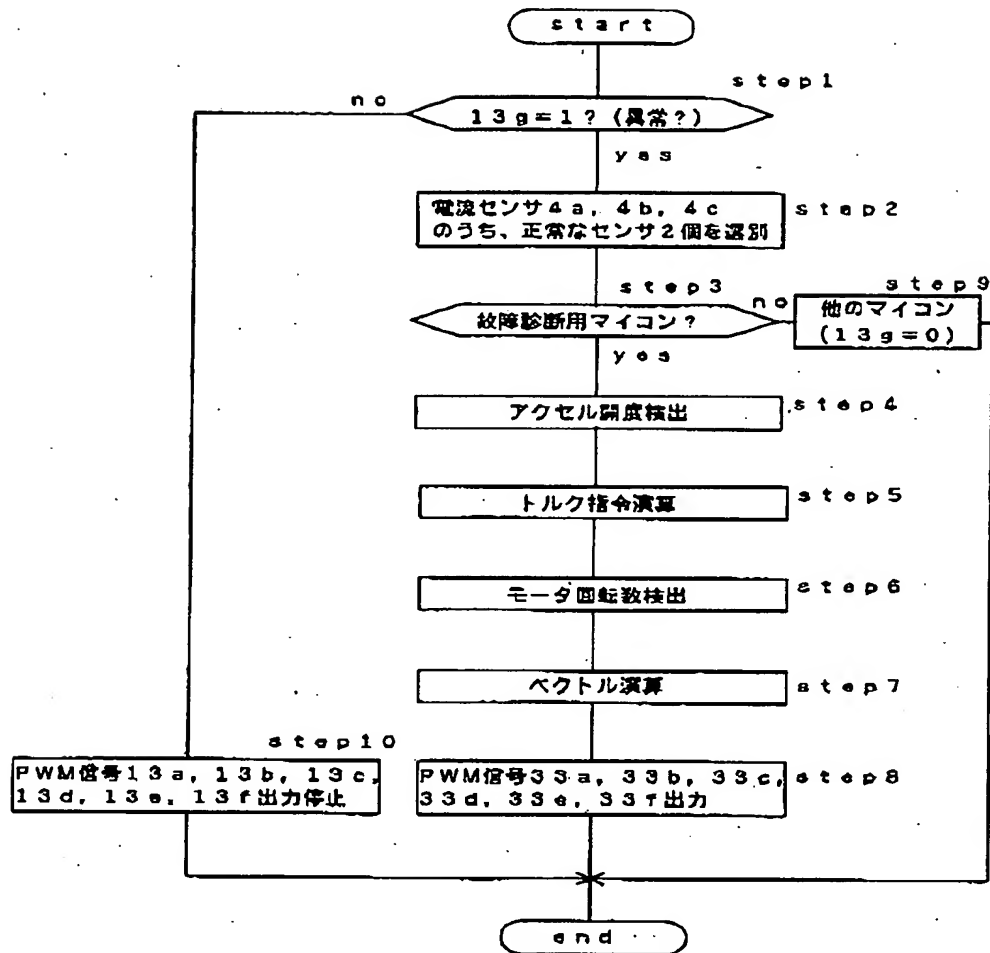


【図6】



【図7】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者 片田 寛  
 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株  
 式会社日立製作所自動車機器事業部内